

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Yoshitaka SHIMURA, et al.

Serial No.: To Be Assigned

Filed: October 9, 1998

For: OPTICAL SENDER, TERMINAL DEVICE, AND OPTICAL  
COMMUNICATION SYSTEM EACH HAVING THE OPTICAL SENDER

#3  
11-7-98  
T. FLOWERS  
JCS25 U.S. PTO  
09/168688  
10/09/98

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55

*Assistant Commissioner of Patents*  
*Washington, D.C. 20231*

*Sir:*

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, Applicant(s) submit(s) herewith  
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 10-142631, filed May 25, 1998.

It is respectfully requested that Applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date  
as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35  
U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY

By:

James D. Halsey, Jr.  
Registration No. 22,729

700 Eleventh Street, N.W.  
Suite 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500  
Date: October 9, 1998

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JCS25 U.S. PTO  
09/168688  
10/09/98

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年 5月25日

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第142631号

出 願 人  
Applicant (s):

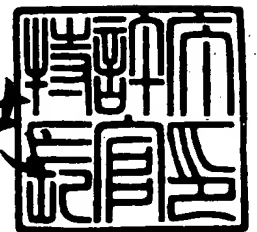
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1998年 8月14日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出証番号 出証特平10-3065760

【書類名】 特許願

【整理番号】 9802540

【提出日】 平成10年 5月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 9/00

【発明の名称】 光送信機並びに該光送信機を有する端局装置及び光通信システム

【請求項の数】 21

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 志村 嘉隆

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 関屋 元義

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 今井 啓祐

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075384

    【住所又は居所】 東京都港区赤坂六丁目10番8号 ディーアイケイビル3階松本国際特許事務所

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松本 昂

【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001764

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送信機並びに該光送信機を有する端局装置及び光通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを出力する光源と、

上記光ビームを受け主信号に基づき上記光ビームを変調して光信号を出力する光変調器と、

電力供給のオン／オフに関する電源アラーム及び上記光ビームの波長に関する波長アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに上記光信号を遮断する手段とを備えた光送信機。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光送信機であって、

上記光源に電力を供給する回路と、

上記光源への電力の供給のオン／オフを監視し、上記光源への電力の供給がオン及びオフの各々になってから予め定められた時間が経過するまでの期間上記電源アラームを出力する電源監視回路とを更に備えた光送信機。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の光送信機であって、

上記電力を供給する回路は定電流源を含む光送信機。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光送信機であって、

上記光ビームの波長を検出する波長モニタと、

上記検出された波長が予め定められた範囲外になったときに上記波長アラームを出力する回路とを更に備えた光送信機。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光送信機であって、

上記検出された波長が一定に保たれるように上記光源を制御する手段を更に備えた光送信機。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光送信機であって、

上記光源はレーザダイオードからなり、

上記制御する手段は上記レーザダイオードの温度を制御する手段を含む光送信機。

【請求項 7】 請求項 4 に記載の光送信機であって、

上記波長モニタは上記光源及び上記光変調器の間に設けられる光送信機。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の光送信機であって、  
上記光変調器は上記光源及び上記波長モニタの間に設けられる光送信機。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の光送信機であって、  
上記光源はフォワードビーム及びバックワードビームを出力するレーザダイオードからなり、

上記フォワードビームが上記光変調器に供給され、上記バックワードビームが上記波長モニタに供給される光送信機。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の光送信機であって、  
上記遮断する手段は、  
上記光変調器から出力された上記光信号を受ける光素子と、  
上記電源アラーム及び上記波長アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに上記光素子の透過率が小さくなるように上記光素子を制御する手段とを備えている光送信機。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の光送信機であって、  
上記光素子はマッハツェンダ型リチウムナイオベート変調器である光送信機。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の光送信機であって、  
上記光素子はマッハツェンダ型半導体変調器である光送信機。

【請求項 13】 請求項 10 に記載の光送信機であって、  
上記光素子は電界吸収型変調器である光送信機。

【請求項 14】 請求項 10 に記載の光送信機であって、  
上記光素子は半導体光増幅器である光送信機。

【請求項 15】 請求項 1 に記載の光送信機であって、  
上記遮断する手段は、上記電源アラーム及び上記波長アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに上記光変調器の動作点を切り換えると共に上記光変調器への上記主信号の入力を遮断する手段を含む光送信機。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の光送信機であって、  
上記光変調器はマッハツェンダ型リチウムナイオベート変調器である光送信機

【請求項 17】 請求項 15 に記載の光送信機であって、  
上記光変調器はマッハツェンダ型半導体変調器である光送信機。

【請求項 18】 請求項 15 に記載の光送信機であって、  
上記光変調器は電界吸収型変調器である光送信機。

【請求項 19】 波長分割多重のための端局装置であって、  
互いに異なる波長の光信号を出力する複数の光送信機と、  
該光信号がそれぞれ供給され波長分割多重信号光を出力する光マルチプレクサ  
とを備え、  
上記光送信機の各々は請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載されたものである端  
局装置。

【請求項 20】 波長分割多重のための光通信システムであって、  
第 1 及び第 2 の端局装置と、  
該第 1 及び第 2 の端局装置を結ぶ光ファイバ伝送路とを備え、  
該第 1 及び第 2 の端局装置の少なくともいずれか一方は請求項 19 に記載され  
たものである光通信システム。

【請求項 21】 請求項 20 に記載のシステムであって、  
上記光ファイバ伝送路の途中に設けられる少なくとも 1 つの光増幅器を更に備  
えたシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的に、波長分割多重（WDM）におけるチャネル間クロストークの防止に関し、更に詳しくは、WDM に適用されるのに適した光送信機並びに該光送信機を有する端局装置及び光通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の波長チャネルによる WDM のための端局装置として、互いに異なる波長を有する光信号を出力する複数の光送信機と、これら光送信機から出力された光信号を波長分割多重して WDM 信号光を出力する光マルチプレクサとを備えた端

局装置が知られている。

【0003】

WDM信号光は光ファイバ伝送路によりもう1つの端局装置へ伝送される。このような複数の波長チャネルによるWDMを適用することにより、大容量な光ファイバ通信システムの提供が可能になる。

【0004】

WDMが適用される光ファイバ通信システムにおいては、隣接する波長チャネル間の間隔を小さくすればするほど与えられた波長帯域に含ませることができる波長チャネルの数を大きくすることができるので、大容量化のためにはチャネル間のクロストークを低減することが要求される。

【0005】

光送信機の各々は、1チャネル分の光信号を生成するための光源を含む。光源は、一般的には、直接変調又は間接変調のためのレーザダイオードである。レーザダイオードの発振波長はその温度及び駆動電流により決定される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述したようなレーザダイオードの特性により、光送信機の各々から出力される光信号の波長は不安定になりやすい。例えば、システムの立ち上げ若しくは立ち下げ又は光送信機の各々における温度制御等に関するトラブルに際して、光信号の波長が当該チャネルに割り当てられた目標波長からずれてしまい、チャネル間クロストークが発生することがある。チャネル間クロストークが発生すると、WDM信号光を受ける端局装置において、伝送データを正確に復調することができない。

【0007】

チャネル間クロストークを防止するために、光送信機の各々に光帯域通過フィルタを付加的に設けることが提案され得る。光帯域通過フィルタは、当該チャネルの波長を含み且つそれ以外のチャネルの波長を含まないような通過帯域を有している。それにより、光信号の波長が割り当てられた波長からずれたときに、他チャネルへのクロストークを防止することができる。



【0008】

しかし、各光送信機への光帯域通過フィルタの付加的な使用は、端局装置の構成を複雑にし、且つ高コスト化を招く。更に、光帯域通過フィルタの挿入損失により得られる光信号のパワーが小さくなる。

【0009】

よって、本発明の目的は、光帯域通過フィルタを使用することなしにWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる光送信機を提供することにある。

【0010】

本発明の他の目的は、光帯域通過フィルタを使用せずにWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる端局装置を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、光帯域通過フィルタを使用せずにWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる光通信システムを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明のある側面によると、光ビームを出力する光源と、上記光ビームを受け主信号に基づき上記光ビームを変調して光信号を出力する光変調器と、電力供給のオン／オフに関する電源アラーム及び上記光ビームの波長に関する波長アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに上記光信号を遮断する手段とを備えた光送信機が提供される。

【0012】

この構成によると、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方に基づき光信号が遮断されるので、システムの立ち上げ若しくは立ち下げに際して又は光送信機における温度制御等に関するトラブルに際して、予め定められた範囲外の光信号がその光送信機から出力されることが防止される。即ち、その光送信機が光信号を出力するときには、その光信号の波長は予め定められた範囲内に維持されることになる。従って、端局装置に含まれる複数の光送信機の各々を本発明に従って構成することによって、光帯域通過フィルタを使用せずにWDM

におけるチャネル間クロストークを防止することができるようになる。

【0013】

本発明の他の側面によると、WDMのための端局装置が提供される。この端局装置は、互いにことなる波長の光信号を出力する複数の光送信機と、これらの光送信機から出力された光信号がそれぞれ供給されてWDM信号光を出力する光マルチプレクサとを備えている。光送信機の各々は本発明による光送信機である。

【0014】

本発明の更に他の側面によると、WDMのための光通信システムが提供される。このシステムは、第1及び第2の端局装置とこれらを結ぶ光ファイバ伝送路とを備えている。第1及び第2の端局装置の少なくともいずれか一方は本発明による端局装置である。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。尚、全図を通して実質的に同一の部分に同一の符号が付されている。

【0016】

図1は本発明を適用可能な光ファイバ通信システムのブロック図である。このシステムは、WDM信号光を出力する第1の端局装置2と、端局装置2から出力されたWDM信号光を伝送するための光ファイバ伝送路4と、伝送路4により伝送されたWDM信号光を受ける第2の端局装置6とを備えている。

【0017】

第1の端局装置2は、複数の光送信機(OS)12(#1, ..., #N)と、光マルチプレクサ(MUX)14とを含む。光送信機12(#1, ..., #N)はそれぞれ光マルチプレクサ14の複数の入力ポートに接続される。光マルチプレクサ14の出力ポートは光ファイバ伝送路4に接続される。光マルチプレクサ14は、供給された複数の光信号を波長分割多重してWDM信号光を出力する。

【0018】

光ファイバ伝送路4の途中には、光ファイバ伝送路4におけるWDM信号光の減衰を補償するために、複数の光中継器8が設けられている。光中継器8の各々

はWDM信号光を増幅するための光増幅器 10 を有している。

【0019】

光増幅器 10 は、WDM信号光を受ける光増幅媒体と、光増幅媒体がWDM信号光の帯域を含む利得帯域を提供するように光増幅媒体をポンピングする手段とから構成することができる。

【0020】

光増幅媒体としては、希土類元素がドープされたドープファイバを用いることができる。この場合、ポンピングする手段は、予め定められた波長を有するポンプ光を出力するポンプ光源と、ドープファイバの第1端及び第2端の少なくともいずれか一方からポンプ光をドープファイバに供給するための光回路とを含む。

【0021】

例えば、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  帯の光信号の増幅にはドーパントとして  $\text{Er}$ （エルビウム）が適しており、この場合、ポンプ光の波長としては  $0.98\ \mu\text{m}$  帯あるいは  $1.48\ \mu\text{m}$  帯のものが選択される。

【0022】

半導体チップにより光増幅媒体を提供することもできる。この場合、ポンピングする手段は半導体チップに電流を注入する手段を含む。

第2の端局装置 6 は、受けたWDM信号光を各チャネルの光信号に分けるための光デマルチプレクサ（DMUX）16 と、分けられた光信号を受けるための複数の光受信機（OR）18（#1, ..., #N）とを含む。

【0023】

このようにWDMが適用される光ファイバ通信システムにおいては、光ファイバ伝送路の1回線当たりの伝送容量をチャネル数に従って大きくすることができる。また、光ファイバ伝送路の途中に少なくとも1つの光増幅器を設けることによって、伝送距離を長くすることができる。

【0024】

図2の（A）及び（B）によりWDMにおけるチャネル間クロストークの発生を説明する。便宜上、図2の（A）に示されるように、WDMにおけるチャネル数が4であるとし、それぞれのチャネルに割り当てられた波長が  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda$

$\lambda_3$  及び  $\lambda_4$  ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ ) であるとする。

【0025】

今、例えば第3チャンネルの光送信機のトラブルに起因して、第3チャンネルの波長が図2の(B)に示されるように  $\lambda_3'$  ( $\lambda_3' < \lambda_1$ ) に変化し、他のチャンネルは割り当てられた波長を維持しているものとする。

【0026】

この場合、第3チャンネルの波長を調節してその波長を  $\lambda_3$  に再設定しようとする、第3チャンネルの波長が第1及び第2チャンネルの波長 ( $\lambda_1$  及び  $\lambda_2$ ) と重なり合うタイミングが生じ、第1及び第2チャンネルにおいてクロストークに起因するデータ誤りが生じやすくなる。

【0027】

図3を参照すると、図1に示される光送信機12 (#1, ..., #N) の各々として使用することができる従来の光送信機が示されている。この光送信機は、連続波 (CW) 光として提供される光ビームを出力する光源としてレーザダイオード (LD) 20を有している。

【0028】

LD 20から出力された光ビームは、その波長を波長モニタ22により検出された後、光変調器24により主信号に基づき変調される。光変調器24における変調の結果得られた光信号は、この光送信機に割り当てられたチャンネルの波長を中心波長として有する光帯域通過フィルタ26を通過して出力される。

【0029】

波長モニタ22は、レーザダイオード20から出力された光ビームからモニタリング用の2つのビームを分岐するための2つの光カップラ28及び30と、これらモニタリング用のビームがそれぞれ通過する光帯域通過フィルタ32及び34と、フィルタ32及び34を通過した光をそれぞれ受けるフォトディテクタ (PD) 36及び38と、フォトディテクタ36及び38の出力信号に基づき演算を行う演算回路40とを備えている。

【0030】

フィルタ32及び34は、この光送信機に割り当てられた波長よりも短い波長

及び長い波長をそれぞれ通過帯域の中心波長として有している。従って、演算回路40がフォトディテクタ36及び38の出力信号の比又は差を演算することによって、演算回路40の出力信号にはレーザダイオード20の出力光ビームの波長が反映される。

#### 【0031】

レーザダイオード20から出力される光ビームの波長が一定に保たれるようにするために、レーザダイオード20の温度は自動温度制御（ATC）回路42によって制御される。ATC回路42は、波長モニタ22の演算回路40の出力信号が一定に保たれるようにレーザダイオード20の温度を制御する。

#### 【0032】

レーザダイオード20には自動電流制御（ACC）回路44により一定の駆動電流（バイアス電流）が与えられている。

図4の（A）を参照すると、レーザダイオードの出力波長と駆動電流との関係が示されている。レーザダイオードの出力波長は駆動電流が増大するに従って長くなる。

#### 【0033】

図4の（B）を参照すると、レーザダイオードの出力波長と温度との関係が示されている。温度が高くなるに従ってレーザダイオードの出力波長は長くなる。

従って、図3に示される構成のように、レーザダイオード20の駆動電流をACC回路44により一定に保ち、且つ、波長モニタ22によるモニタリング結果が一定に保たれるようにレーザダイオード20の温度を制御することによって、図3に示される光送信機から出力される光信号の波長を一定に保つことができる。

#### 【0034】

図3の構成において、光変調器24の出力側に光帯域通過フィルタ26が設けられているのは、図1の光送信機12（#1，…，#N）の各々として図3に示される光送信機が使用される場合におけるチャネル間クロストークを防止するためである。即ち、波長モニタ22又はATC回路42の誤動作により光信号の波長が割り当てられた波長からずれたときに、その光送信機から出力される光信号

が他の正常な光送信機から出力される光信号に悪影響を与えないようにするために、波長がずれた光信号を光帯域通過フィルタ 26 により阻止するものである。

【0035】

しかし、図 3 に示される従来技術のように、光帯域通過フィルタ 26 をチャンネル毎に用いる場合、各光送信機又は端局装置の構成が複雑になり、更に、光帯域通過フィルタ 26 の挿入損失により光信号のパワーが小さくなる。

【0036】

図 5 は本発明による光送信機の基本構成を示すブロック図である。この基本構成は、図 3 の従来技術と対比して、光帯域通過フィルタ 26 を省略して制御ユニット 46 を設けている点で特徴付けられる。制御ユニット 46 は、光変調器 24 から出力された光信号を受ける光素子 48 と、与えられた条件に従って光素子 48 の透過率を変化させるためのスイッチ 50 及び 52 と光出力回路 54 と光遮断回路 56 とを含んでいる。

【0037】

レーザダイオード 20 から出力される光ビームの波長あるいは光変調器 24 から出力される光信号の波長に関する波長アラームを発生させるために、波長モニタ 22 には波長監視回路 58 が接続されている。

【0038】

波長監視回路 58 は、例えば、波長モニタ 22 によって検出された波長が予め定められた範囲外になったときに波長アラームを出力する。波長モニタ 22 の出力信号は、ここでは、波長監視回路 58 を介して A T C 回路 42 に供給されている。

【0039】

この光送信機における電力供給のオン／オフに関する電源アラームを発生するために、A C C 回路 44 には電源監視回路 60 が接続されている。電源監視回路 60 は、例えば、レーザダイオード 20 への A C C 回路 44 からの電流（電力）の供給がオン及びオフの各々になってから予め定められた時間が経過するまでの期間電源アラームを出力する。

【0040】

波長アラーム及び電源アラームはOR回路62を介して制御ユニット46に供給される。それにより、波長アラーム及び電源アラームの少なくともいずれか一方を制御ユニット46が受けたときに、光素子48の透過率が小さくなるように光素子48が制御される。

【0041】

具体的には、波長アラーム及び電源アラームの少なくともいずれか一方が制御ユニット46に供給されると、スイッチ50及び52によって光遮断回路56が選択され、光遮断回路56の動作に従って光素子48の透過率が小さくされ、一方、波長アラーム及び電源アラームのいずれもが制御ユニット46に供給されていない場合には、スイッチ50及び52によって光出力回路54が選択され、光出力回路54の動作に従って光素子48の透過率が高くされる。

【0042】

光素子48の透過率が小さいときには、光変調器24からの光信号は光素子48によって阻止され、この光送信機を図1の光送信機12（#1，…，#N）の各々として使用している場合におけるチャネル間クロストークが防止される。

【0043】

光素子48の透過率が高いときには、光変調器24からの光信号をこの光送信機が出力することができるので、光信号の送信が可能である。

図6は本発明による光送信機のための基本構成を示すブロック図である。ここでは、光変調器24が図5に示される光素子48を兼用している。即ち、光変調器24を含む制御ユニット46'が設けられている。

【0044】

制御ユニット46'は、波長アラーム及び電源アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに、光変調器24の動作点を切り換えることによって、光変調器24からの光信号の出力を遮断する。そのために、OR回路62にはもう1つのスイッチ64が接続されており、スイッチ64は、波長アラーム及び電源アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに光変調器24への主信号の入力を遮断する。

【0045】

図6の基本構成によっても、図5の基本構成による場合と同様に、光帯域通過フィルタを使用せずにWDMにおけるチャンネル間クロストークを防止することができる。

## 【0046】

図7、図8及び図9はそれぞれシステム立ち上げ時、波長異常時及びシステム立ち下げ時のタイミングチャートである。図7、図8及び図9の各々において、図の上から順に、電源電圧、電源アラーム、レーザダイオード20の出力パワー、レーザダイオード20の出力波長、制御ユニット46又は46'における切り換え動作、及び光送信機の光出力を示している。

## 【0047】

まず、図7によりシステム立ち上げ時の光送信機の動作について説明する。時刻 $t_1$ において電力の供給がオンになると、電源アラームが電源監視回路60から出力される。レーザダイオード20の出力パワーはACC回路44の動作によって安定する方向に変化し始め、また、レーザダイオード20の出力波長もATC回路42によって安定する方向に変化し始める。時刻 $t_1$ に僅かに遅れて時刻 $t_2$ では波長監視回路58から波長アラームが出力される。

## 【0048】

波長アラーム及び電源アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、光遮断回路56が選択されているので、光送信機の光出力は遮断されている。

## 【0049】

電源アラームは時刻 $t_1$ から予め定められた時間が経過する時刻 $t_3$ まで発生している。電源アラームが発生している期間の長さは、例えば、レーザダイオード20への電力供給がオンになってから出力パワーが安定するまでの時間よりも長く設定される。

## 【0050】

レーザダイオード20の出力波長が時刻 $t_4$ において予め定められた許容範囲TRに入ると、波長アラームはオフになるので、光出力回路54が選択され、更に図6の基本構成では光変調器24への主信号の供給がオンになり、光信号の遮



断状態が解除される。

【0051】

このように動作することによって、システム立ち上げ時におけるチャネル間クロストークが防止される。

図8により波長異常時の動作を説明する。レーザダイオード20の出力波長が許容範囲TR内にある場合には、電源アラーム及び波長アラームのいずれも発生していないので、光出力回路54が選択されており、光送信機から光信号が出力する状態が得られている。

【0052】

時刻 $t_{11}$ において、レーザダイオード20の出力波長が許容範囲TR外になると、波長アラームが波長監視回路58から出力され、その波長アラームは制御ユニット46又は46'に供給されるので、光出力回路54から光遮断回路56に切り換えられ、更に図6の基本構成では光変調器24への主信号への供給が遮断され、光送信機からの光信号の出力が遮断される。

【0053】

このようにして、波長異常時におけるチャネル間クロストークが防止される。

図9によりシステム立ち下げ時の動作を説明する。時刻 $t_{21}$ において電力の供給がオフになると、電源アラームが発生し、その後徐々にレーザダイオード20の出力パワー及び出力波長が変化し始める。時刻 $t_{22}$ においてレーザダイオード20の出力波長が許容範囲TR外になると、波長アラームが発生する。

【0054】

ここでは、電源アラームの発生と同時に光出力回路54から光遮断回路56に切り換えられると共に、図6の基本構成では光変調器24への主信号の供給が遮断され、光送信機からの光信号の出力が遮断される。

【0055】

このようにして、システム立ち下げ時におけるチャネル間クロストークが防止される。

図10は図5に示される光送信機の変形例を示すブロック図である。図5においては、レーザダイオード20から出力された光ビームは波長モニタ22を通っ

て光変調器 24 に供給されている。これに対して、図 10 に示される光送信機では、レーザダイオード 20 から出力されるフォワードビーム FB 及びバックワードビーム BB の両方が用いられる。フォワードビーム FB は光変調器 24 に供給され、主信号による変調を受けて光信号が得られる。また、バックワードビーム BB は波長モニタ 22 に供給されて波長がモニタリングされる。

## 【0056】

フォワードビーム FB 及びバックワードビーム BB の波長は同じであるので、この構成によっても波長モニタ 22 によって光信号の波長をモニタリングすることができる。

## 【0057】

特にこの変形例では、光変調器 24 及び制御ユニット 46 を含む主光路に波長モニタ 22 が設けられていないので、波長モニタ 22 の挿入損失に起因する光信号のパワーの低下を防止することができる。

## 【0058】

図 11 は図 5 に示される光送信機の変形例を示すブロック図である。ここでは、光変調器 24 及び波長モニタ 22 の位置関係が図 5 における同位置関係と逆である。即ち、レーザダイオード 20 から出力された光ビームはまず光変調器 24 において主信号による変調を受け、得られた光信号が波長モニタ 22 に供給される。そして、波長モニタ 22 を通過した光信号が制御ユニット 46 を介して出力される。

## 【0059】

このようにこの変形例では、波長モニタ 22 は CW 光ではなく変調された光信号の波長をモニタリングしている。この構成によっても、光帯域通過フィルタを使用せずに WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる。

## 【0060】

図 12 は図 6 に示される光送信機の変形例を示すブロック図である。この変形例は、図 10 に示される光送信機と同様、レーザダイオード 20 から出力されるフォワードビーム FB 及びバックワードビーム BB の両方を使用している点で特徴付けられる。レーザダイオード 20 から出力されたフォワードビーム FB は制

御ユニット 46' 内に含まれる光変調器 24 (図示せず) により変調され、それにより得られた光信号がこの光送信機から出力される。レーザダイオード 20 から出力されたバックワードビーム BB は波長モニタ 22 に供給され、それにより波長のモニタリングが行われる。

#### 【0061】

この構成によっても、波長モニタ 22 の挿入損失に起因する光信号のパワーの低下を防止することができる。

図 13 の (A) 及び (B) は図 5 等に表示される制御ユニット 46 のそれぞれ第 1 及び第 2 実施形態を示すブロック図である。制御ユニット 46 は、光信号を遮断するための光素子 48 を光変調器 24 とは別に有しているので、光素子 48 を制御するための回路を比較的簡単に構成することができる。

#### 【0062】

図 13 の (A) に示される第 1 実施形態では、光素子 48 としてマッハツェンダ型リチウムナイオベート変調器 (MZ 型 LN 変調器) 66 が用いられている。また、スイッチ 50 及び 52 間に並列に接続される光出力回路 54 及び光遮断回路 56 は、それぞれ、比較器 74 及び 76 によって提供されている。

#### 【0063】

比較器 74 には、MZ 型 LN 変調器 66 の比較的大きな透過率に対応する参照電圧  $V_{ref1}$  を与えられており、比較器 76 には、MZ 型 LN 変調器 66 の比較的小さい透過率に対応する参照電圧  $V_{ref2}$  が与えられている。

#### 【0064】

変調器 66 から出力された光信号の一部は光カプラ 68 により分岐され、分岐された光はフォトディテクタ 70 により分岐光のパワーに対応するレベルの電流信号に変換される。その電流信号は I/V 変換器 72 により電圧信号に変換され、その電圧信号はスイッチ 52 により選択されている比較器 74 及び 76 のいずれかに供給される。

#### 【0065】

例えば、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生しておらず比較器 74 が選択されているときには、I/V 変換器 72 の出力信号の電圧レベルが参照

電圧  $V_{ref1}$  に一致するように、比較器 74 がスイッチ 50 を介して変調器 66 にバイアス電圧を供給する。それにより、光変調器 24 からの光信号は光素子 48 としての変調器 66 を通過して制御ユニット 46 から出力される。

【0066】

一方、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生している場合には、比較器 76 が選択され、 $I/V$ 変換器 72 の出力信号の電圧レベルが参照電圧  $V_{ref2}$  に一致するように、比較器 76 がスイッチ 50 を介して変調器 66 にバイアス電圧を供給する。それにより、光素子 48 としての変調器 66 が遮断状態となり、光変調器 24 からの光信号は制御ユニット 46 を通過せず、光送信機からの光信号の出力が遮断される。

【0067】

この実施形態で、光素子 48 としての変調器 66 の光出力レベルをフォトディテクタ 70 及び  $I/V$ 変換器 72 により実際にモニタリングしているのは、MZ 型 LN 変調器 66 の透過率（又は出力パワー）とそのバイアス電圧（駆動電圧）との関係を表す動作特性曲線がバイアス電圧軸方向に変化する現象である DC ドリフトの発生に係わらず制御ユニット 46 における遮断状態を正確に得るためである。

【0068】

図 13 の (B) に示される制御ユニット 46 の第 2 実施形態では、発振器 78 からの低周波信号が MZ 型 LN 変調器 66 のバイアス電圧に加算器 80 によって重畳される。バイアス電圧への低周波信号の重畳によって、変調器 66 の出力レベルは低周波信号に従って変化するので、その変化をフォトディテクタ 70 及び  $I/V$ 変換器 72 によって検出する。そして、発振器 78 からの低周波信号と  $I/V$ 変換器 72 の出力信号とが位相比較回路 82 によって位相比較され、その出力信号は平均値検出回路 84 に供給される。

【0069】

平均値検出回路 84 の出力信号は、そのままの極性であるいは極性を反転させられてバイアス電圧として変調器 66 に供給される。

具体的には、光出力回路 54 はスイッチ 50 及び 52 を直接結ぶ線 86 によっ

て提供されており、光遮断回路 56 はスイッチ 50 及び 52 間に接続されるインバータ 88 によって提供されている。

【0070】

図 14 を参照すると、MZ 型 LN 変調器の動作特性が示されている。符号 92 は変調器の出力光パワーと変調器の駆動電圧との関係を表す動作特性曲線である。ここでは、動作曲線 92 は、駆動電圧が増大するのに従って出力光パワーが周期的に変化する特性を与えている。即ち、動作特性曲線 92 は概略三角関数で与えられる。

【0071】

今、動作点が符号 100 で示されるように動作特性曲線 92 における正の傾斜が最も大きい点に設定されているときに、符号 94 で示されるように低周波信号がバイアス電圧に重畳されると、変調器の出力光パワーは符号 96 で示されるように低周波信号 94 と同相で変化する。

【0072】

従って、図 13 の (B) に示される制御ユニット 46 の第 2 実施形態の構成によると、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生したときに、インバータ 88 を介しての電圧帰還によって動作点は出力光パワーが最も小さくなる点 98 に収束する。具体的には次の通りである。

【0073】

図 15 の (A) ~ (D) は図 13 の (B) の実施形態における動作を説明するための図である。

図 15 の (A) は、低周波信号の重畳による変調器 66 の駆動電圧の変化を示している。図 15 の (B) は、変調器 66 の出力光パワーの変化を示している。出力光パワーは、図 14 に示される動作点 100 が選択されている場合には、変調器 66 の駆動電圧の変化と同相で変化する。

【0074】

図 15 の (C) は位相比較回路 82 の出力信号の波形である。位相比較回路 82 としては例えば乗算器を用いることができる。

図 15 の (D) は平均値検出回路 84 の出力電圧レベルを示している。平均値

検出回路 84 の出力信号は DC 信号であり、図 15 の (A) 及び (B) に示される波形が同相であることから、平均値検出回路 84 の出力レベルは正になる。

【0075】

従って、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しておりインバータ 88 が選択されている場合には、負の値を有する DC 電圧が変調器 66 にバイアス電圧として印加されることになり、そのような電圧帰還の結果、変調器 66 の動作点は図 14 に符号 98 で示されるような出力光パワーの極小レベルに収束する。このようにして、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときに、制御ユニット 46 が光信号を遮断する。

【0076】

尚、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生しておらず、スイッチ 50 及び 52 が線 86 により直接接続されると、平均値検出回路 84 から出力される正の DC 電圧が変調器 66 に帰還されるので、動作点は図 14 に符号 100' で示される点に収束する。その結果、光変調器 24 から出力された光信号は制御ユニット 46 によって遮断されない。

【0077】

図 16 の (A) は制御ユニット 46 の第 3 実施形態を示すブロック図、図 16 の (B) はその特性を示す図である。ここでは、光素子 48 としてマッハツェンダ (MZ) 型半導体変調器 102 が用いられている。

【0078】

MZ 型半導体変調器 102 における出力光パワー  $P$  と印加電圧  $V$  との関係を表す動作特性曲線は、図 16 の (B) に示されるように、MZ 型 LN 変調器と同様周期性を有している。具体的には、MZ 型半導体変調器 102 の出力光パワー  $P$  は印加電圧  $V$  が増大するに従って三角関数的に変化する。

【0079】

ここで、MZ 型半導体変調器 102 では、MZ 型 LN 変調器と異なり、動作特性曲線の DC ドリフトがほとんど生じないことが知られている。

そこで、図 16 の (A) に示される実施形態では、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、最大光出力  $P_{on}$  を与える電圧  $V_o$

nが電圧源104からスイッチ50を介して変調器102に供給されるようにし、一方、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生している場合には、ごく小さな出力光パワー $P_{sd}$ を与える電圧 $V_{sd}$ が電圧源106からスイッチ50を介して変調器102に供給されるようにしている。即ち、電圧源104及び106はそれぞれ図5に示される光出力回路54及び光遮断回路56に対応している。

## 【0080】

電圧源104及び106を切り換えるためには1つのスイッチで足りるので、ここでは、図5に示されるスイッチ52は省略されている。

このように、変調器102の出力レベルをモニタリングすることなしに一定の電圧源104及び106の切換で本発明を実施することができる理由は、前述したように動作特性曲線のDCドリフトがほとんど生じていない点によるものである。

## 【0081】

このように本実施形態によっても、光帯域通過フィルタを使用することなしにWDMにおけるチャンネル間クロストークを防止することができる。

図17の(A)及び(B)はそれぞれ制御ユニット46の第4及び第5実施形態を示すブロック図である。第4及び第5実施形態の各々では、光素子48として電界吸収型変調器(EA変調器)108が用いられている。

## 【0082】

図18を参照すると、EA変調器108の特性が示されている。印加電圧の負の値が大きいほど吸収が大きく、従って出力光パワー $P$ が小さくなる。また、吸収が大きくなるに従って検出されるフォトカレント(光電流) $I$ が大きくなる。

## 【0083】

図17の(A)に示される第4実施形態では、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときに比較的大きな出力光パワー $P_{on}$ が得られるように、 $P_{on}$ を与える電圧 $V_{on}$ が電圧源110からスイッチ50を介してEA変調器108に供給される。また、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときに、0に近い出力光パワー $P_{sd}$ が得られる

ように、 $P_{sd}$ を与える電圧 $V_{sd}$ が電圧源112からスイッチ50を介してEA変調器108に供給される。

【0084】

このようにこの実施形態では、電圧源110及び112がそれぞれ光出力回路54及び光遮断回路56に対応しており、スイッチ52は省略されている。

この実施形態によっても、光帯域通過フィルタを用いることなしにWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる。

【0085】

図17の(B)に示される第5実施形態では、EA変調器108で生じるフォトリントをI/V変調器118により電圧信号に変換し、その電圧信号をスイッチ52に供給している。ここでは、光出力回路54は、 $V_{on}$ を出力するように選択される参照電圧 $V_{ref2}$ が供給されている比較器114によって提供されており、また、光遮断回路56は、 $V_{sd}$ を出力するように選択される参照電圧 $V_{ref1}$ が供給されている比較器116によって提供されている。

【0086】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、光変調器24から出力された光信号はほぼEA変調器108を透過するので、この光送信機から光信号が送出される。電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、光変調器24から出力された光信号はほとんどEA変調器108で吸収されるので、この光送信機から光信号は出力されない。従って、この実施形態によっても、光帯域通過フィルタを用いることなしにWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる。

【0087】

図19の(A)は制御ユニット46の第6実施形態を示すブロック図、図19の(B)はその特性を示す図である。ここでは、光素子48として、半導体光増幅器118が用いられている。

【0088】

半導体光増幅器118の入力パワー $P_1$ 及び出力パワー $P_2$ の比で与えられる利得は、駆動電流が増大するのに従って増大する。



従って、光出力回路 54 としては、飽和利得を与える駆動電流  $I_{on}$  を発生する定電流源 120 を用いることができ、また、光遮断回路 56 としては接地ライン 122 を用いることができる。

【0089】

電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、半導体光増幅器 118 はスイッチ 50 を介して接地され、このとき半導体光増幅器 118 では利得が生じずに光信号に対して損失のみを与えるので、光変調器 24 から出力された光信号は半導体光増幅器 118 を通過しない。一方、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、スイッチ 50 を介して定電流源 120 から駆動電流  $I_{on}$  が半導体光増幅器 118 に与えられるので、半導体光増幅器 118 に利得が生じ、光変調器 24 から出力された光信号は増幅されてこの光送信機から出力される。

【0090】

このように、本実施形態によると、電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときに光信号に利得を与えることができるので、高出力な光送信機の提供が可能になる。また、これまでの実施形態による場合と同様に、光帯域通過フィルタを用いることなしに WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる。

【0091】

図 20 の (A) 及び (B) は図 6 等 に示される制御ユニット 46' のそれぞれ第 1 及び第 2 実施形態を示すブロック図である。以下に説明する実施例の各々においては、前述したように光変調器 24 が変調及び光信号の遮断のために兼用されている。

【0092】

図 20 の (A) 及び (B) に示される実施形態の各々では、光変調器 24 として MZ 型 LN 変調器 66 が用いられている。

図 20 の (A) に示される実施形態では、光遮断回路 56 は、発振器 124、位相比較回路 126、平均値検出回路 128、インバータ 130 及び加算器 132 によって提供されている。発振器 124、位相比較回路 126、平均値検出回

路 128、インバータ 130 及び加算器 132 はそれぞれ図 13 の (B) に示される発振器 78、位相比較回路 82、平均値検出回路 84、インバータ 88 及び加算器 80 にそれぞれ対応している。また、光出力回路 54 は自動バイアス制御 (ABC) 回路 134 によって提供されている。

## 【0093】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、ABC 回路 134 の動作に従って、MZ 型 LN 変調器 66 の動作点は例えば図 14 に符号 100 で示される点に維持され、スイッチ 64 を介して主信号が MZ 型 LN 変調器 66 に供給されるので、主信号に基づく変調によって得られた光信号が出力される。主信号の振幅は、例えば図 14 に示される動作特性曲線 92 の  $1/2$  周期に設定される。それにより、主信号のハイレベル及びローレベルが例えばそれぞれ動作特性曲線 92 における極大レベル及び極小レベルに対応するので、CW 光に対する強度変調が可能になる。

## 【0094】

一方、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、図 13 の (B) に示される実施形態におけるのと同様の原理に従って動作点は例えば図 14 に符号 98 で示される点に収束し、また、スイッチ 64 がオープンになり主信号は変調器 66 には供給されないので、光信号は発生せず、遮断状態が得られる。

## 【0095】

このように、本実施形態によると、光帯域通過フィルタを用いることなしに WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる。また、MZ 型 LN 変調器 66 を変調器及び光信号の遮断に兼用しているので、光送信機の構成が簡単になる。

## 【0096】

図 20 の (B) に示される実施形態では、光出力回路 54 は ABC 回路 134 によって提供されており、光遮断回路 56 は、比較的小さい出力光パワーに対応する参照電圧  $V_{ref}$  が与えられている比較器 136 によって提供されている。

## 【0097】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、図20の(A)に示される実施形態におけるのと同様に光信号が変調器66から出力され、一方、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、スイッチ50及び52により比較器136が選択されると共に、スイッチ64はオープンになるので、変調器66から光信号は出力されない。

【0098】

このように、本実施形態によると、光帯域通過フィルタを用いることなしに簡単な構成でWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる。

図21は制御ユニット46'の第3実施形態を示すブロック図である。ここでは、光変調器24としてMZ型半導体変調器102が用いられている。光出力回路54は、例えば図16の(B)に示される動作特性曲線で正又は負の傾斜が最も大きくなる動作点を与える電圧 $V_{act}$ を出力する電圧源138によって提供され、光遮断回路56は図16の(A)に示される電圧源106に対応する電圧源140によって提供されている。電圧 $V_{act}$ は正の傾斜が最も大きくなる動作点を与える電圧として図16の(B)に例示されている。

【0099】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していない場合には、電圧 $V_{act}$ が電圧源138からスイッチ50を介して変調器102に供給されると共に、主信号がスイッチ64を介して変調器102に供給されるので、光信号が出力される。

【0100】

一方、電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、電圧 $V_{sd}$ が電圧源140からスイッチ50を介して変調器102に供給されると共に、スイッチ64はオープンになるので、光信号は出力されない。

【0101】

このように、本実施形態によると、光帯域通過フィルタを用いることなしに簡単な構成でWDMにおけるチャネル間クロストークを防止することができる。

図22の(A)及び(B)はそれぞれ制御ユニット46'の第4及び第5実施

形態を示すブロック図である。これらの実施形態は、それぞれ図 17 の (A) 及び (B) に示される制御ユニット 46 の実施形態を制御ユニット 46' に適合させるために変更したものである。

【0102】

図 22 の (A) に示される実施形態では、光出力回路 54 は、例えば図 18 の動作特性曲線における電圧  $V_{sd}$  及び  $V_{on}$  の概略中点を与える電圧  $V_{act}$  を出力する電圧源 142 によって提供されており、光遮断回路 56 は電圧  $V_{sd}$  を出力する電圧源 144 によって提供されている。

【0103】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、電圧  $V_{act}$  が電圧源 142 からスイッチ 50 を介して EA 変調器 108 に供給されると共に、主信号がスイッチ 64 を介して EA 変調器 108 に供給されるので、光信号が出力される。

【0104】

電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、電圧  $V_{sd}$  が電圧源 144 からスイッチ 50 を介して EA 変調器 108 に供給されると共に、スイッチ 64 はオープンになるので、光信号は出力されない。

【0105】

このように、本実施形態によると、光帯域通過フィルタを用いることなく簡単な構成で WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる。

図 22 の (B) に示される実施形態では、EA 変調器 108 で検出されるフォトリントが I/V 変調器 146 で電圧信号に変換され、この電圧信号が比較器 148 に供給される。比較器 148 には比較的小さい出力光パワーに対応する参照電圧  $V_{ref}$  が供給されており、比較器 148 は光遮断回路 56 として作用する。

【0106】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、電圧  $V_{act}$  が電圧源 142 からスイッチ 50 を介して EA 変調器 108 に供給される

と共に主信号がスイッチ 64 を介して E A 変調器 108 に供給されるので、光信号が出力される。

【0107】

電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、出力光パワーが最小になるような電圧信号が比較器 148 からスイッチ 50 を介して E A 変調器 108 に供給されると共にスイッチ 64 はオープンになるので、光信号は出力されない。

【0108】

このように本実施形態によると、光帯域通過フィルタを用いることなしに簡単な構成で WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる。

図 23 及び 24 はそれぞれ本発明による光送信機の第 1 及び第 2 実施形態を示すブロック図である。これらの実施形態の各々は、図 20 の (A) に示される実施形態で光出力回路 54 及び光遮断回路 56 の全部又は一部を兼用している点で特徴付けられる。

【0109】

図 23 に示される実施形態では、光変調器 24 として MZ 型 LN 変調器 66 が用いられている。変調器 66 には光源ユニット 150 からの光ビームが供給され、変調器 66 における変調の結果得られた光信号がこの光送信機から出力される。

【0110】

光源ユニット 150 は図 6 に示されるレーザダイオード 20 及び波長モニタ 22 その他の付随物を含むものとして理解されたい。

クロック (CLK) 及びデータ (DATA) を D-フリップフロップ回路 152 に入力することにより、波形成形された主信号が得られる。D-フリップフロップ回路 152 のデータレファレンス端子はスイッチ 160 により選択的に接地電位及び電源電位にされ、これにより主信号の入力及び遮断が選択される。

【0111】

D-フリップフロップ回路 152 から出力された主信号は、増幅器 154 で増幅され、増幅器 154 から出力された主信号は、ドライバとしての FET 156

及びバイアスティー 158 を介して変調器 66 に供給される。

【0112】

FET 156 のためにインダクタ 200 を介して電圧源 202 がバイアスティー 158 に接続されており、これにより FET 156 にドレインバイアスが与えられる。

【0113】

光信号が出力されない遮断（シャットダウン：SD）状態を得るための発振器 162 と、自動バイアス制御（ABC）用の発振器 164 とが用いられている。発振器 162 及び 164 の発振周波数はそれぞれ  $f_0$  及び  $f_1$  である。 $f_0$  はバイアスティー 158 のカットオフ周波数  $f_c$  よりも高く設定され、 $f_1$  は  $f_c$  よりも低く設定されている。

【0114】

スイッチ 166 により選択された発振器 162 及び 164 のいずれか一方からの低周波信号は、キャパシタ 168 及びバイアスティー 158 を介して変調器 66 に供給されると共に、反転増幅器 170 に供給される。

【0115】

反転増幅器 170 を選択的にバイパスするためにスイッチ 172 が設けられている。

変調器 66 から出力された光信号の一部は光カプラ 174 により分岐され、その分岐された光はフォトダイオード 176 に供給される。フォトダイオード 176 には通常通り逆バイアス電圧が印加されており、そのアノード電位の変化による電圧信号には、フォトダイオード 176 に入力された光のパワーが反映される。

【0116】

フォトダイオード 176 の出力電圧信号は、増幅器 178 で増幅されて位相比較器 180 において反転増幅器 170 の出力信号と位相比較される。

位相比較器 180 の出力信号は、ローパスフィルタ（LPF）182 を通って反転増幅器 184 に供給される。反転増幅器 184 の出力信号は、バイアスティー 185 を介して変調器 66 に供給される。

## 【0117】

電源アラーム及び波長アラームを受けるためにポート188が設けられており、チャープパラメータ切換用の制御信号を受けるためにポート190が設けられている。ポート188に供給される電源アラーム又は波長アラームの有無に従って、スイッチ160、166、172及び186が切り換えられる。スイッチ186の一方の選択端子はポート190に接続されており、他方の選択端子にはスイッチ172によって反転回路170がバイパスされるようにスイッチ172を駆動するための電圧源が接続されている。

## 【0118】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していないときには、D-フリップフロップ回路152が動作状態になるようにスイッチ160が切り換えられ、ABC用の発振器164が選択されるようにスイッチ166が切り換えられ、ポート190がスイッチ172に接続されるようにスイッチ186が切り換えられる。

## 【0119】

まず、チャープパラメータ切換用の制御信号がポート190に供給されていない場合には、スイッチ172がオフになり反転増幅器170が動作する。その結果、変調器66の動作点は図14に符号100で示される正の最大傾斜を与える点に安定化され、主信号に基づく変調が変調器66によって行われ、光信号がこの光送信機から出力される。

## 【0120】

電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生しておらず且つチャープパラメータ切換用の制御信号がポート190に供給されている場合には、スイッチ172がオンになり反転増幅器170はバイパスされるので、変調器66の動作点は負の最大傾斜を与える点に安定化され、出力される光信号のチャープパラメータが切換られる。

## 【0121】

尚、ABC用の発振器164の発振周波数 $f_1$ をバイアスティー158のカットオフ周波数 $f_c$ よりも低く設定しているのは、変調器66に供給される主信号

のハイレベル及びローレベルにそれぞれ周波数  $f_1$  の低周波信号を逆相で重畳するためである。

【0122】

このように、本実施形態によると、変調器 66 から出力される光信号のチャープパラメータを切り換えることができるので、光信号を送出すべき光ファイバ伝送路の特性に応じて伝送特性が最も良くなるように最適なチャープパラメータを選択することができる。

【0123】

電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生している場合には、D-フリップフロップ回路 152 が動作しないようにスイッチ 160 が切り換えられ、SD用の発振器 162 が選択されるようにスイッチ 166 が切り換えられ、反転増幅器 170 がバイパスされるようにスイッチ 172 及び 186 が切り換えられる。これにより、図 14 及び 15 により説明した原理に基づいて変調器 66 の動作点は符号 98 で示される点に収束し、且つ D-フリップフロップ回路 152 が動作していないことから主信号の変調器 66 への供給が遮断され、この光送信機からの光信号の出力が遮断される。

【0124】

尚、この遮断状態に至る前のチャープパラメータの設定に応じて、変調器 66 の動作点は正の最大傾斜を与える点あるいは負の最大傾斜を与える点に安定化していることになるが、反転増幅器 184 が動作していることによりいずれの場合にも動作点は図 14 に符号 98 で示される点に収束することは明らかであるから、その詳細な説明は省略する。

【0125】

図 24 は本発明による光送信機の第 2 実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図 23 に示される実施形態と対比して、周波数  $f_0$  で発振する発振器 192 を SD 用及び ABC 用に兼用している点で特徴付けられる。周波数  $f_0$  はバイアスティー 158 のカットオフ周波数  $f_c$  よりも低く設定される。

【0126】

発振器 192 はスイッチ 194 及び反転増幅器 170 に接続されている。



電源アラーム及び波長アラームのいずれもが発生していない場合には、発振器 192 から出力された低周波信号は、スイッチ 194 及びキャパシタ 168 を介してバイアスティー 158 に供給され、図 23 に示される実施形態におけるのと同様にして ABC が行われる。この場合におけるチャープパラメータの切り換えについても同様である。

【0127】

電源アラーム及び波長アラームの少なくともいずれか一方が発生しているときには、発振器 192 から出力された低周波信号は、スイッチ 194 及びキャパシタ 196 を介してバイアスティー 185 に供給される。この場合における光信号の遮断の原理も図 23 に示される実施形態と同様にして理解することができるのでその説明を省略する。

【0128】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、光帯域通過フィルタを用いることなしに WDM におけるチャネル間クロストークを防止することができる光送信機、端局装置及び光通信システムの提供が可能になるという効果が生じる。本発明の特定の実施形態による効果は以上説明した通りであるのでその説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は本発明を適用可能な光ファイバ通信システムのブロック図である。

【図 2】

図 2 の (A) 及び (B) は WDM (波長分割多重) におけるクロストーク発生の説明図である。

【図 3】

図 3 は光送信機 (従来技術) のブロック図である。

【図 4】

図 4 の (A) はレーザダイオードの出力波長と駆動電流との関係を示すグラフ、図 4 の (B) はレーザダイオードの出力波長と温度との関係を示すグラフである。

【図 5】

図 5 は本発明による光送信機の基本構成を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 は本発明による光送信機のための基本構成を示すブロック図である。

【図 7】

図 7 はシステム立ち上げ時のタイミングチャートである。

【図 8】

図 8 は波長異常時のタイミングチャートである。

【図 9】

図 9 はシステム立ち下げ時のタイミングチャートである。

【図 10】

図 10 は図 5 に示される光送信機の変形例を示すブロック図である。

【図 11】

図 11 は図 5 に示される光送信機のための変形例を示すブロック図である。

【図 12】

図 12 は図 6 に示される光送信機の変形例を示すブロック図である。

【図 13】

図 13 の (A) 及び (B) は図 5 に示される制御ユニット 46 のそれぞれ第 1 及び第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 14】

図 14 はマッハツェンダ型リチウムナイオベート変調器の動作特性を示す図である。

【図 15】

図 15 の (A) ～ (D) は図 13 の (B) の実施形態における動作を説明するための図である。

【図 16】

図 16 の (A) は図 5 に示される制御ユニット 46 の第 3 実施形態を示すブロック図、図 16 の (B) はその特性を示す図である。

【図 17】

図 17 の (A) 及び (B) は図 5 に示される制御ユニット 46 のそれぞれ第 4 及び第 5 実施形態を示すブロック図である。

【図 18】

図 18 は電界吸収型変調器の特性を示す図である。

【図 19】

図 19 の (A) は図 5 に示される制御ユニット 46 の第 6 実施形態を示すブロック図、図 19 の (B) はその特性を示す図である。

【図 20】

図 20 の (A) 及び (B) は図 6 に示される制御ユニット 46' のそれぞれ第 1 及び第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 21】

図 21 は図 6 に示される制御ユニット 46' の第 3 実施形態を示すブロック図である。

【図 22】

図 22 の (A) 及び (B) は図 6 に示される制御ユニット 46' のそれぞれ第 4 及び第 5 実施形態を示すブロック図である。

【図 23】

図 23 は本発明による光送信機の第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 24】

図 24 は本発明による光送信機の第 2 実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 2, 6 端局装置
- 4 光ファイバ伝送路
- 20 レーザダイオード
- 22 波長モニタ
- 24 光変調器
- 46, 46' 制御ユニット
- 48 光素子
- 58 波長監視回路

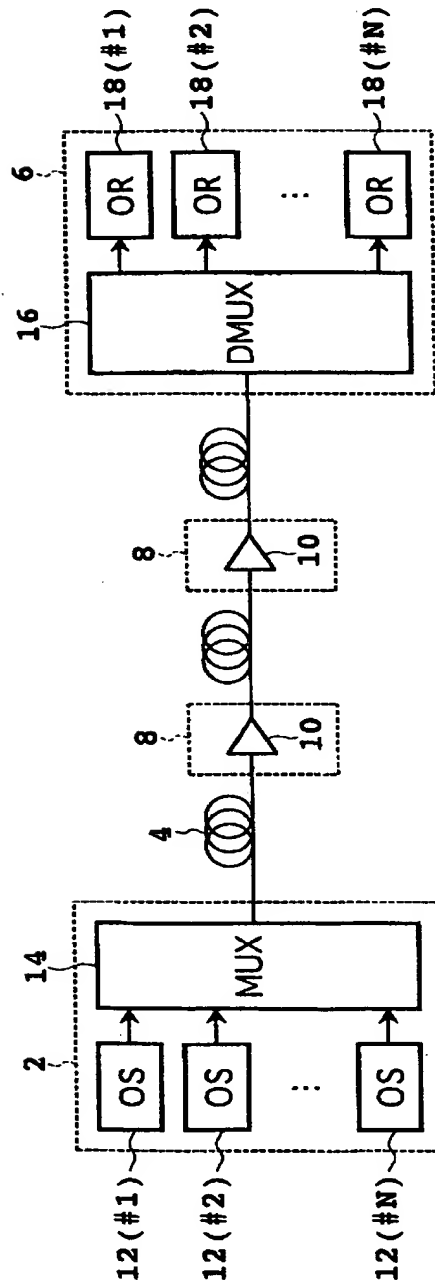
● 特平 1 0 - 1 4 2 6 3 1

6 0 電源監視回路

【書類名】 図面

【図 1】

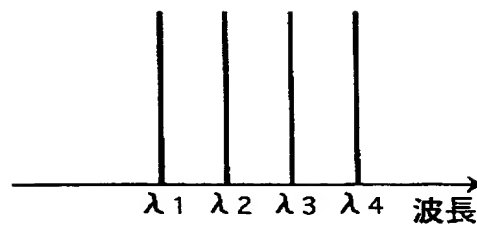
本発明を適用可能な  
光ファイバ通信システムのブロック図



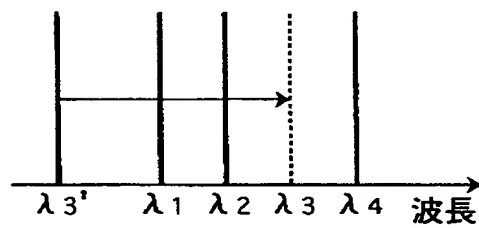
【図 2】

WDMにおけるクロストーク発生の説明図

(A)

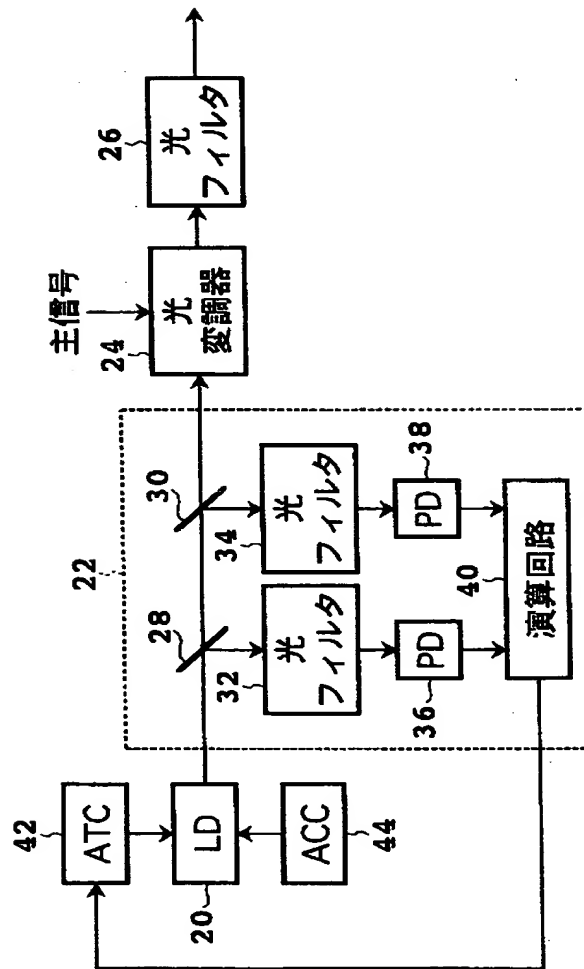


(B)



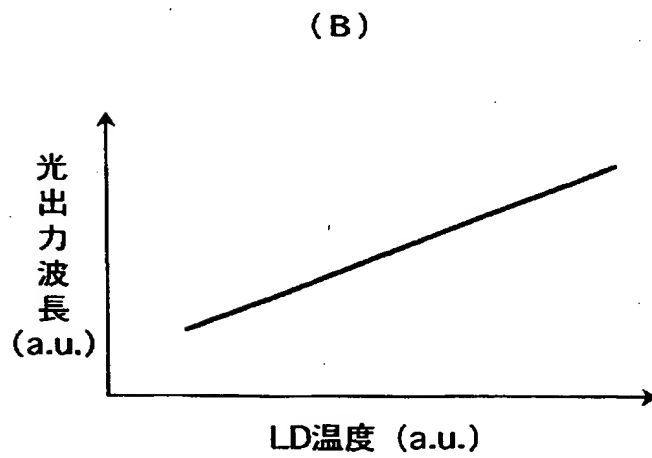
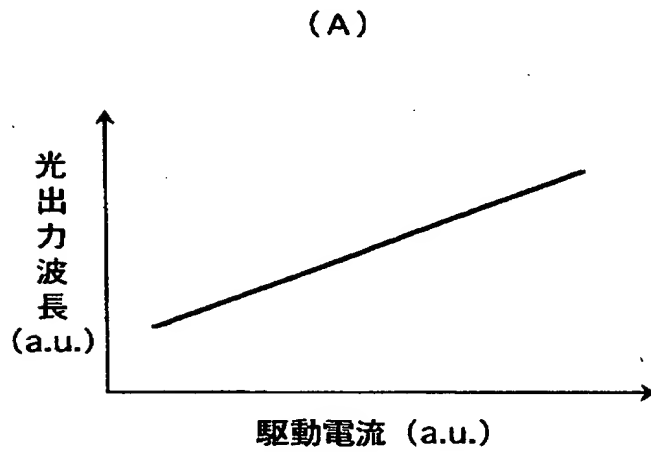
【図 3】

光送信機（従来技術）のブロック図



【図 4】

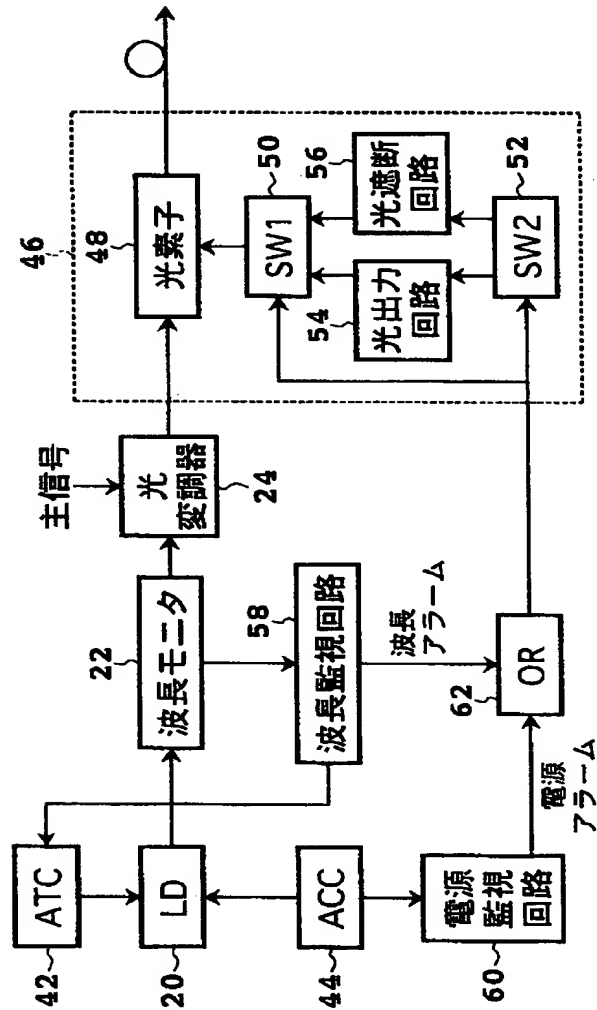
LD の出力波長と駆動電流 (A)  
及び温度 (B) との関係を示すグラフ





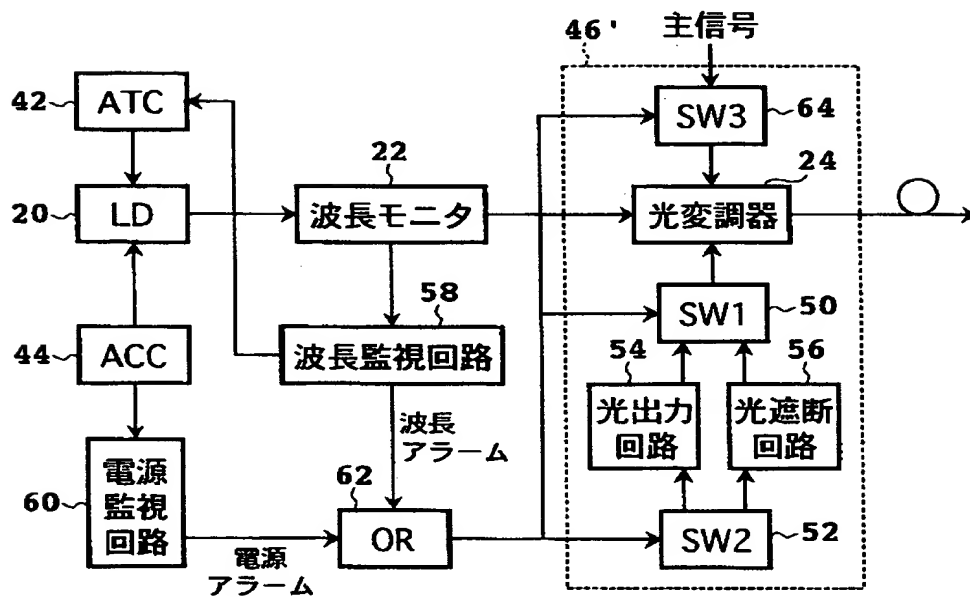
【図 5】

本発明による光送信機の基本構成を示すブロック図



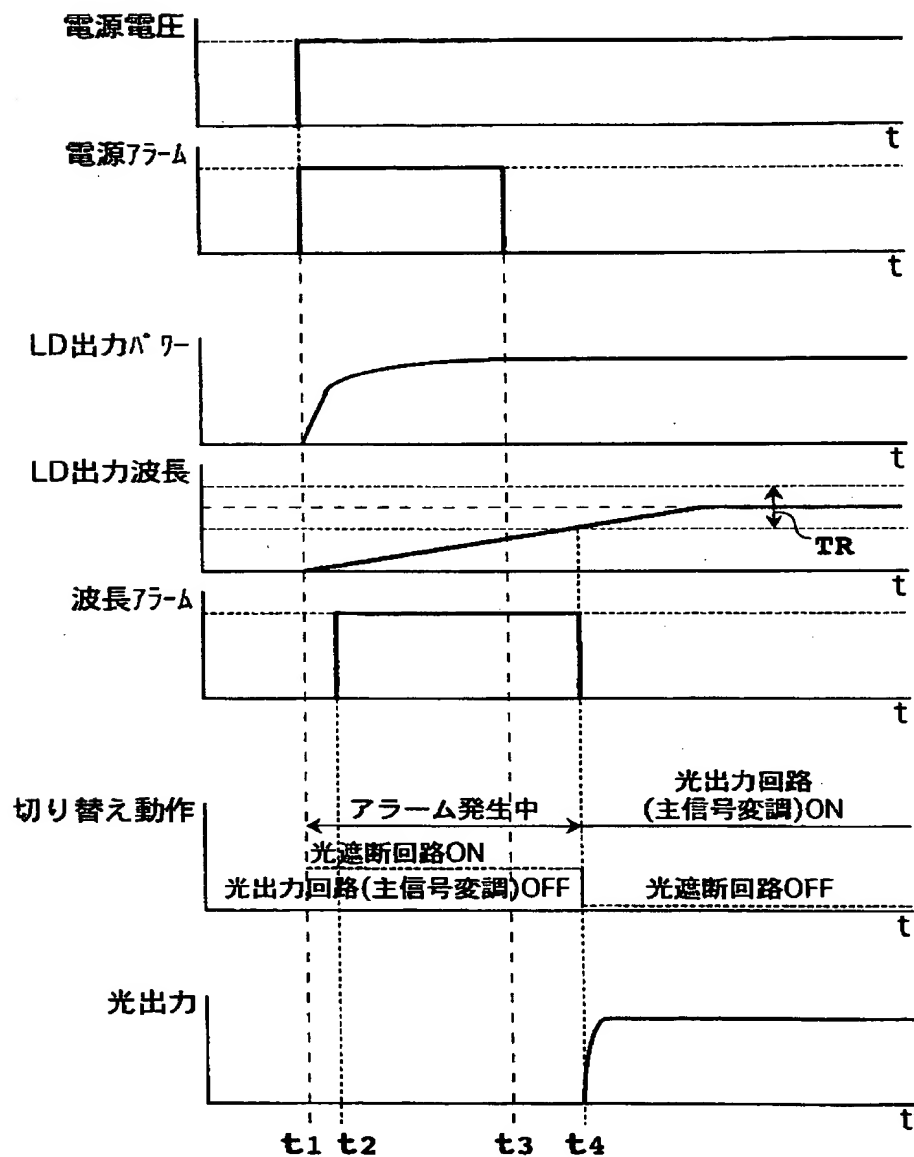
【図 6】

本発明による光送信機の  
他の基本構成を示すブロック図



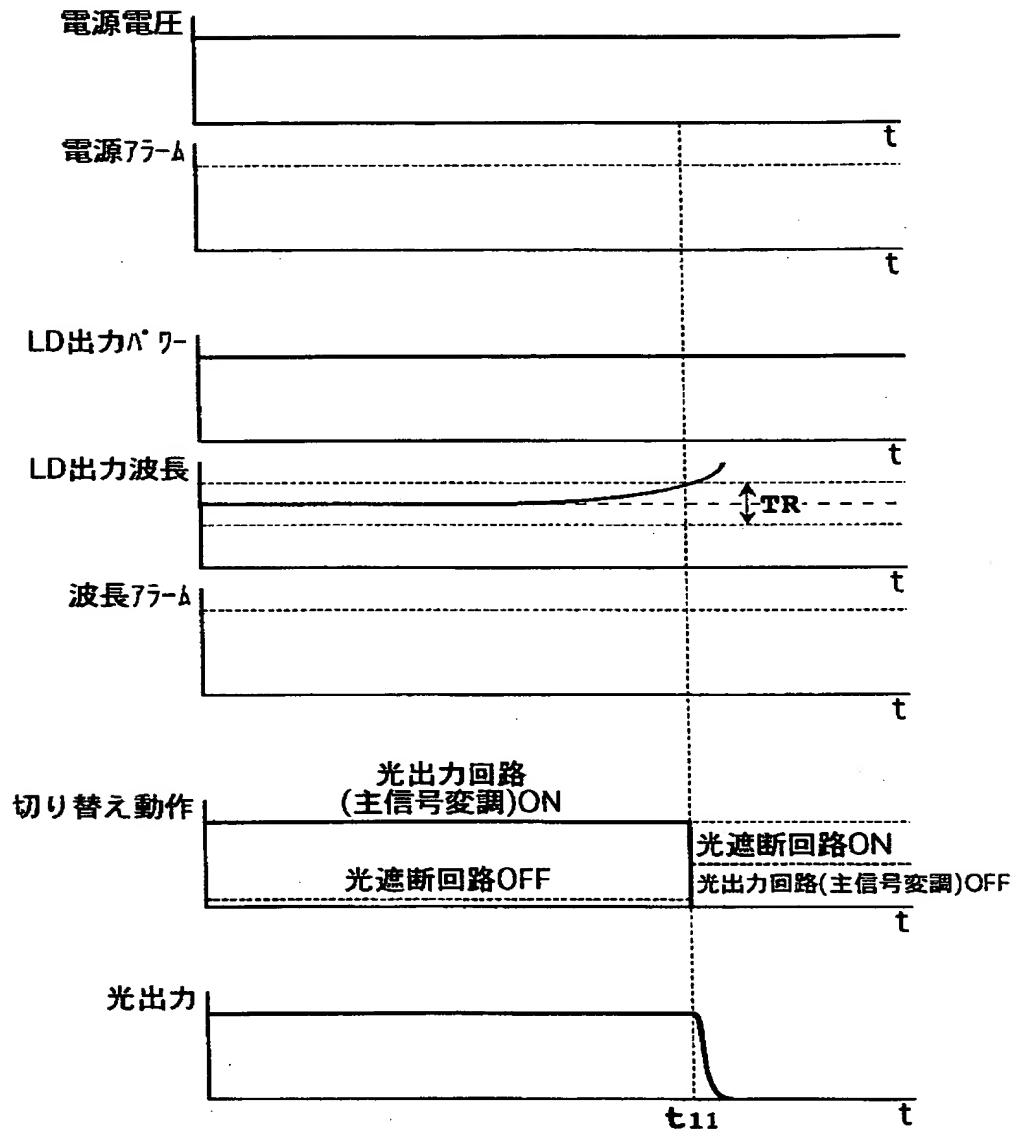
【図 7】

システム立上げ時のタイミングチャート



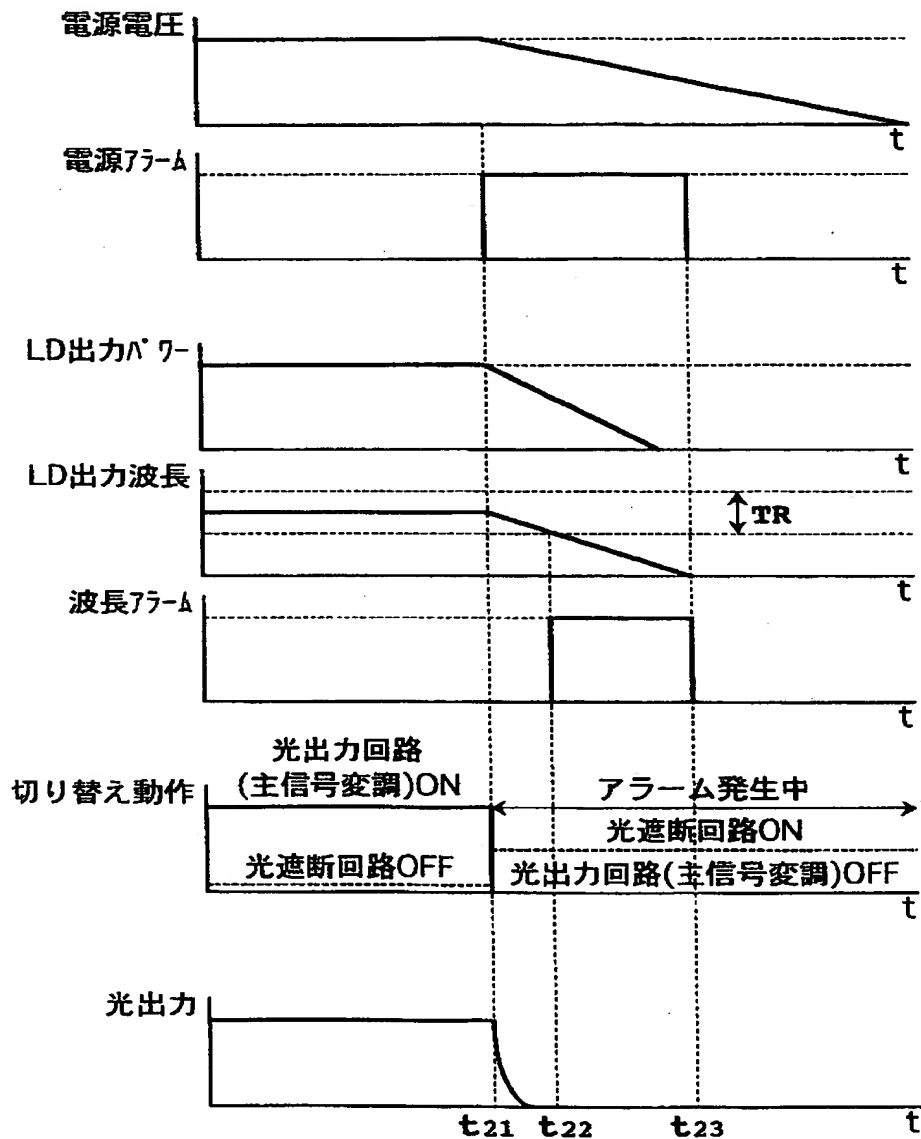
【図 8】

波長異常時のタイミングチャート



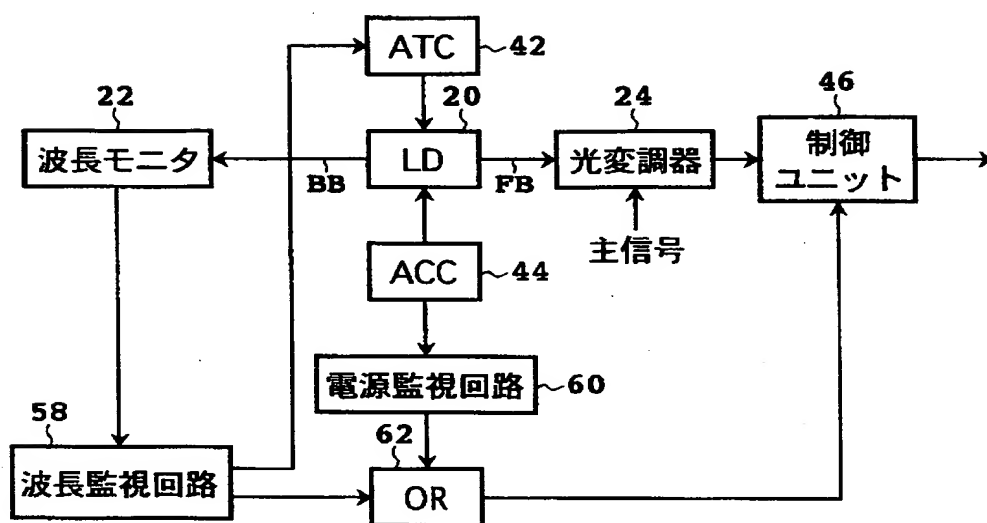
【図9】

システム立下げ時のタイミングチャート



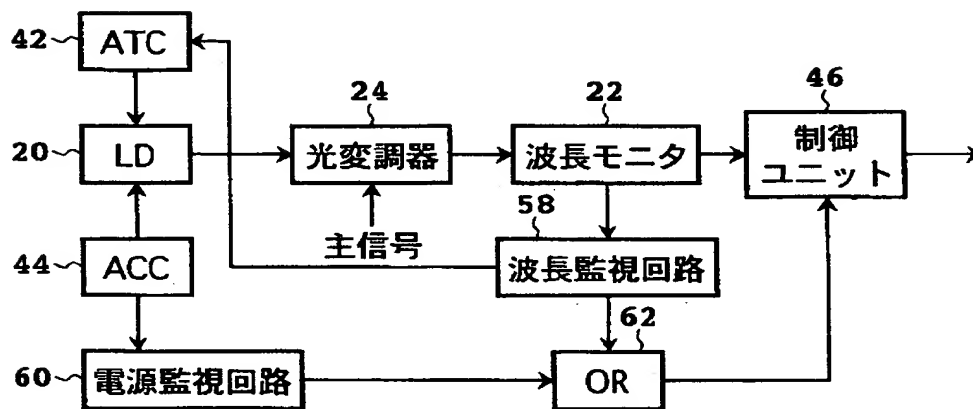
【図 10】

図 5 に示される光送信機の変形例を示すブロック図



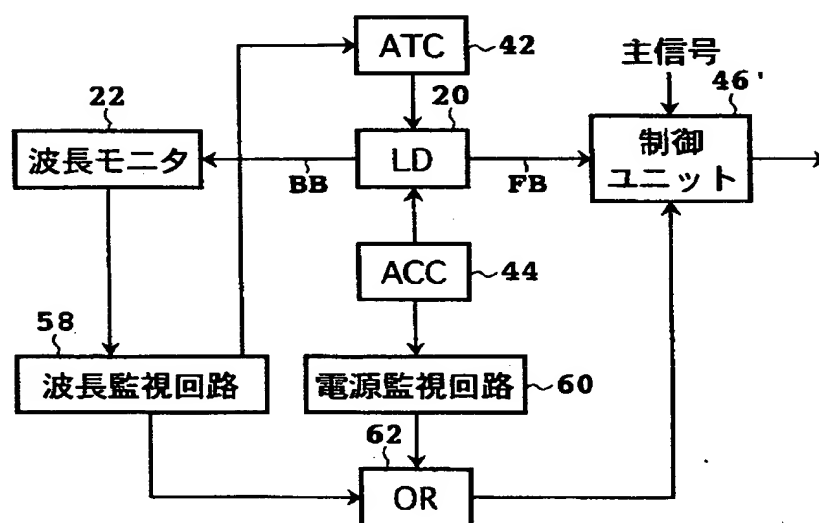
【図 11】

図 5 に示される光送信機の変形例を示すブロック図



【図 12】

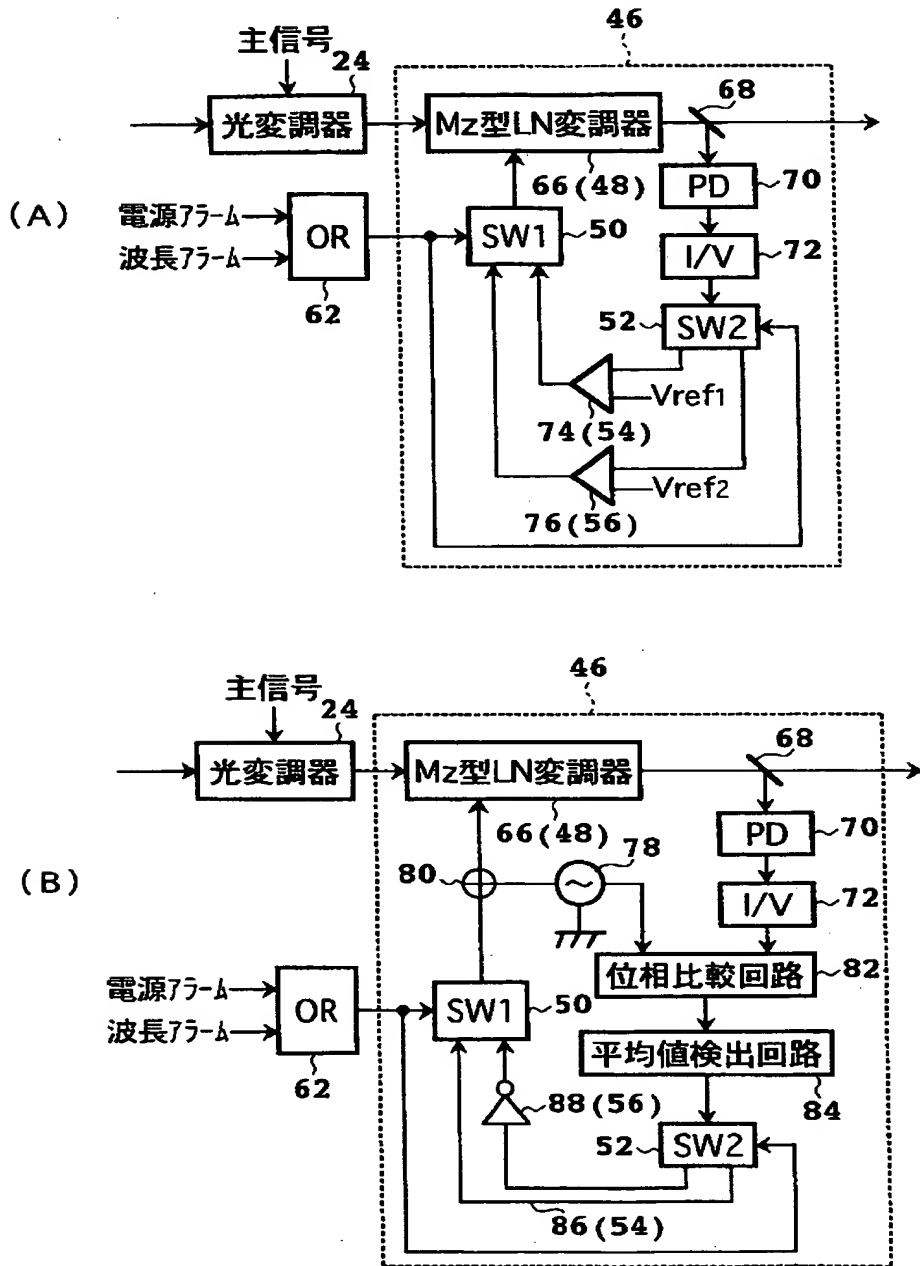
図 6 に示される光送信機の変形例を示すブロック図





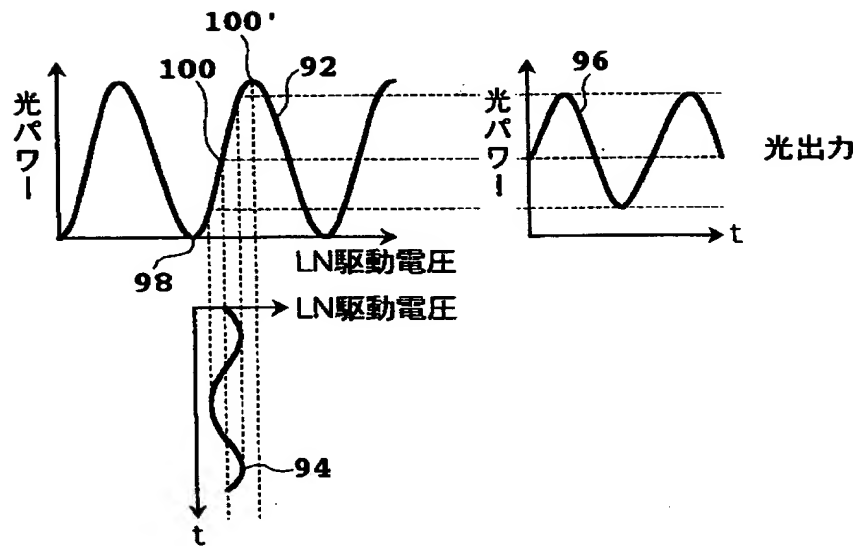
【図 13】

制御ユニット46の  
第1及び第2実施形態を示すブロック図



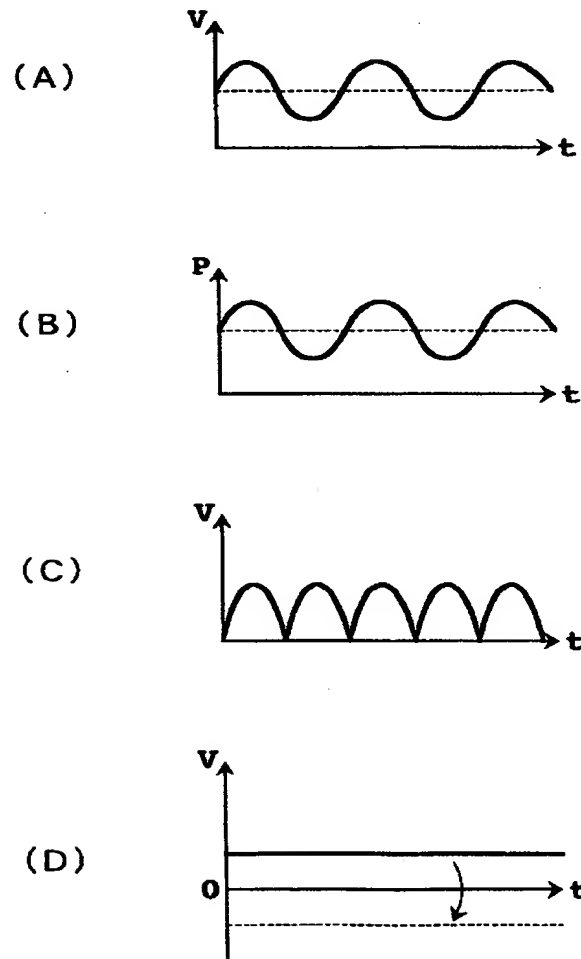
【図 14】

MZ型LN変調器の動作特性を示す図



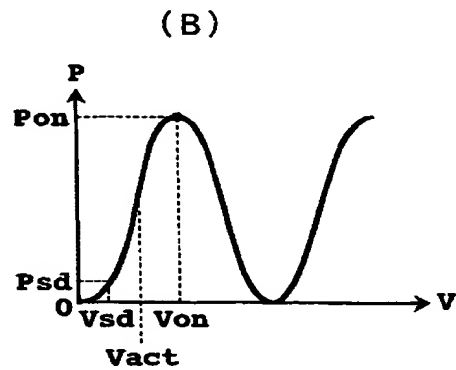
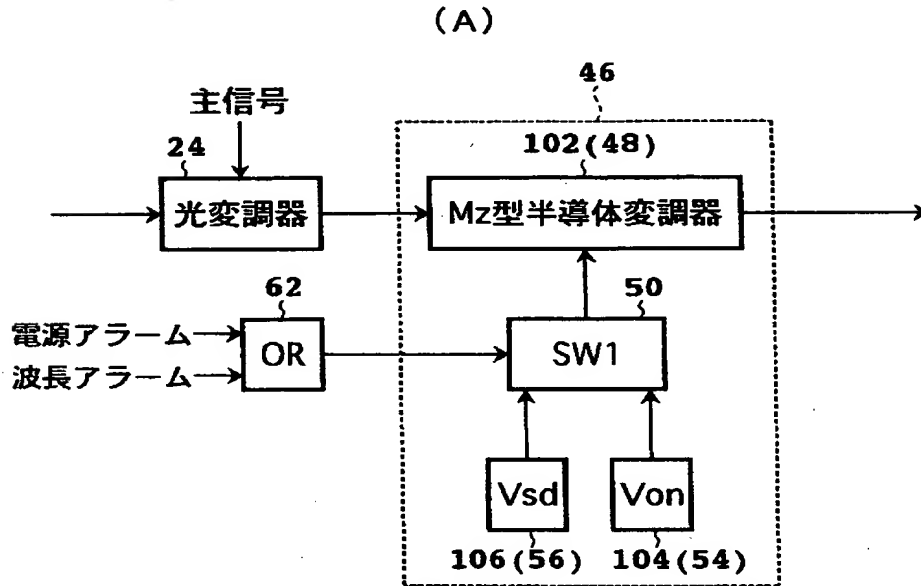
【図 15】

図13の(B)の実施形態における動作を説明するための図



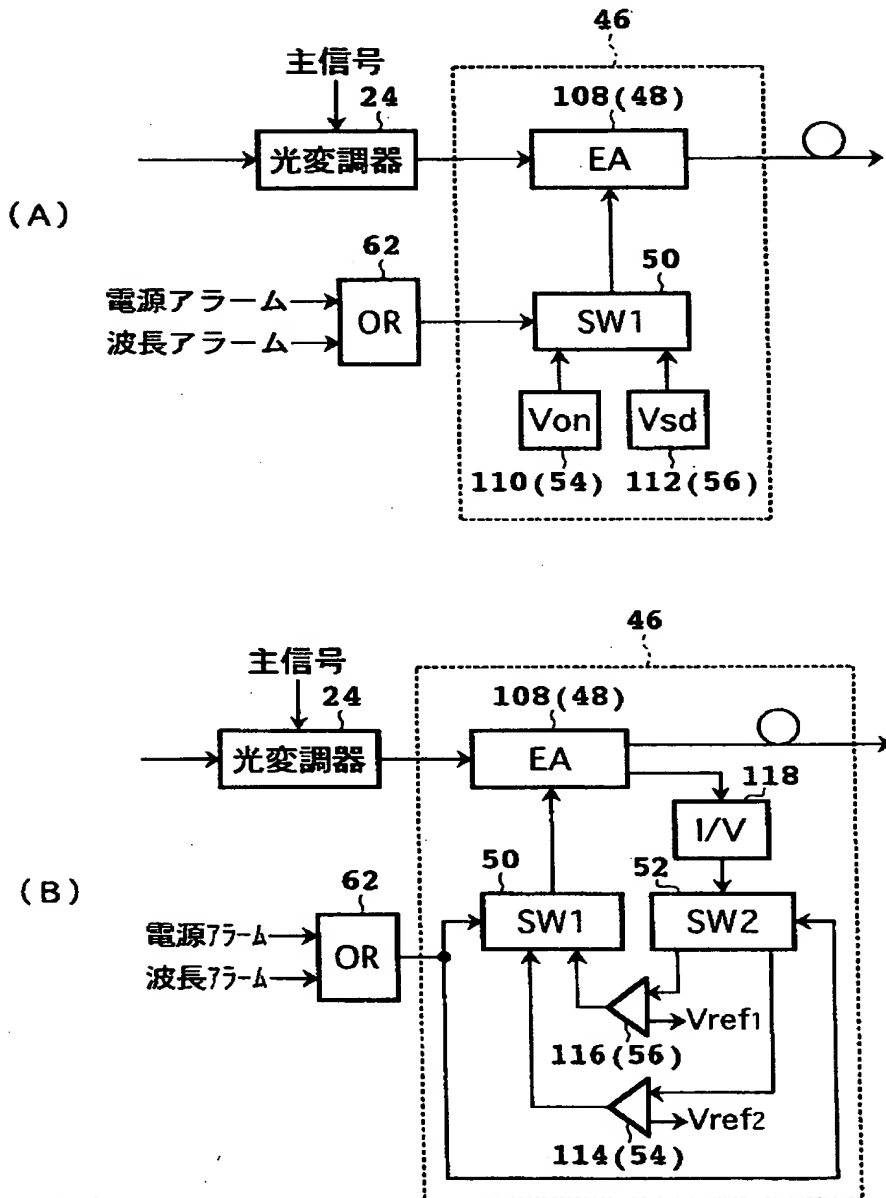
【図 16】

制御ユニット46の第3実施形態を示す  
ブロック図 (A) 及びその特性を示す図 (B)



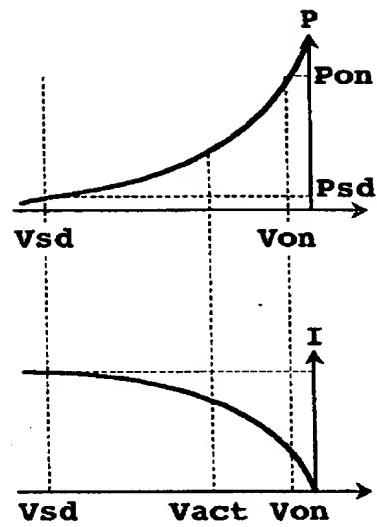
【図 17】

制御ユニット46の  
第4及び第5実施形態を示すブロック図



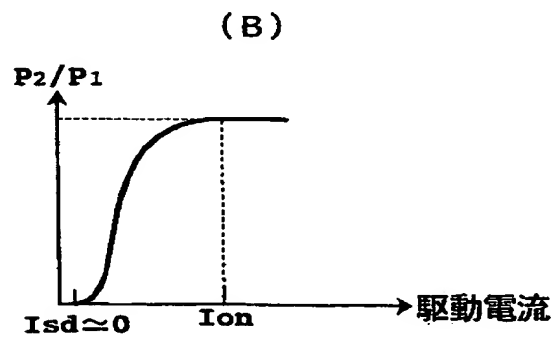
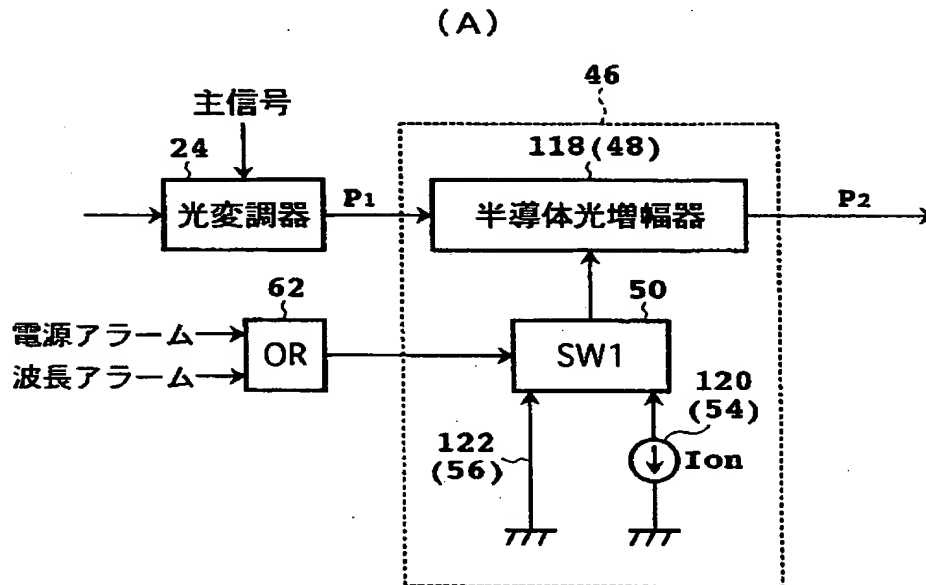
【図 18】

E A 変調器の特性を示す図



【図 19】

制御ユニット46の第6実施形態を示す  
ブロック図 (A) 及びその特性を示す図 (B)



【図 20】

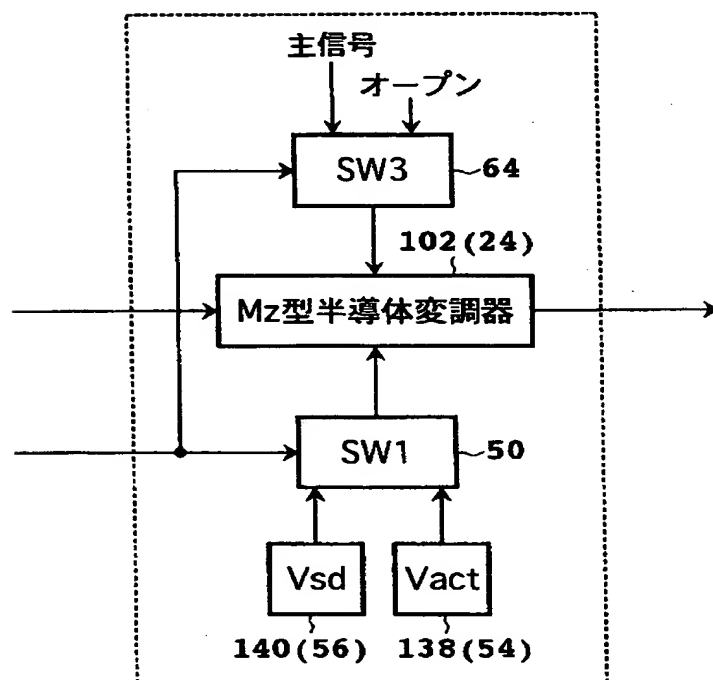
## 制御ユニット46'の 第1及び第2実施形態を示すブロック図





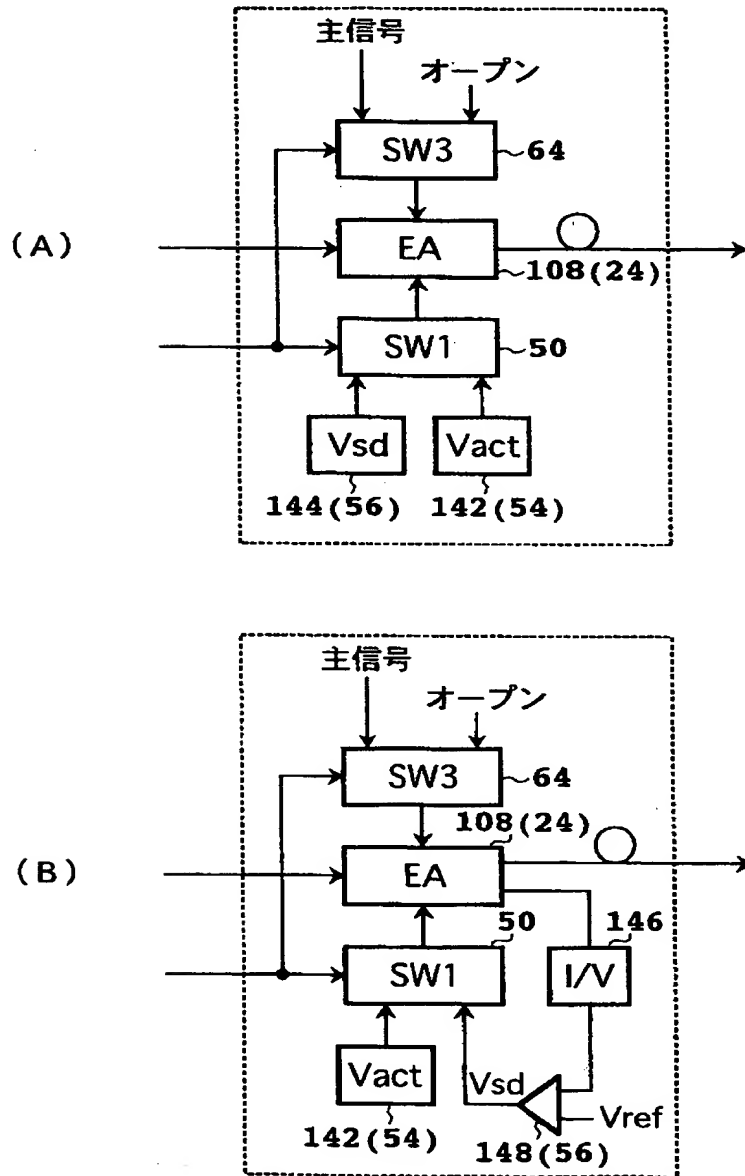
【図 21】

制御ユニット46'の第3実施形態を示すブロック図



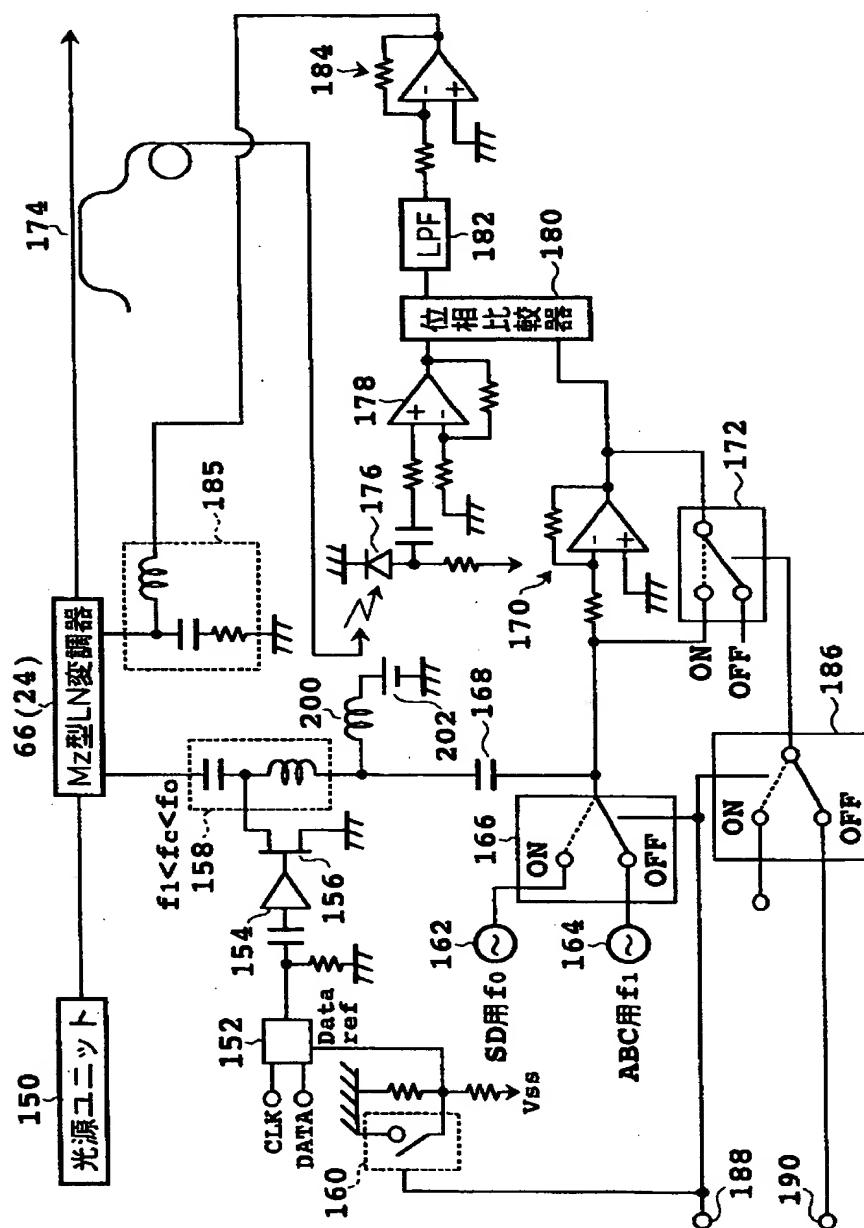
【図 22】

制御ユニット46'の  
第4及び第5実施形態を示すブロック図



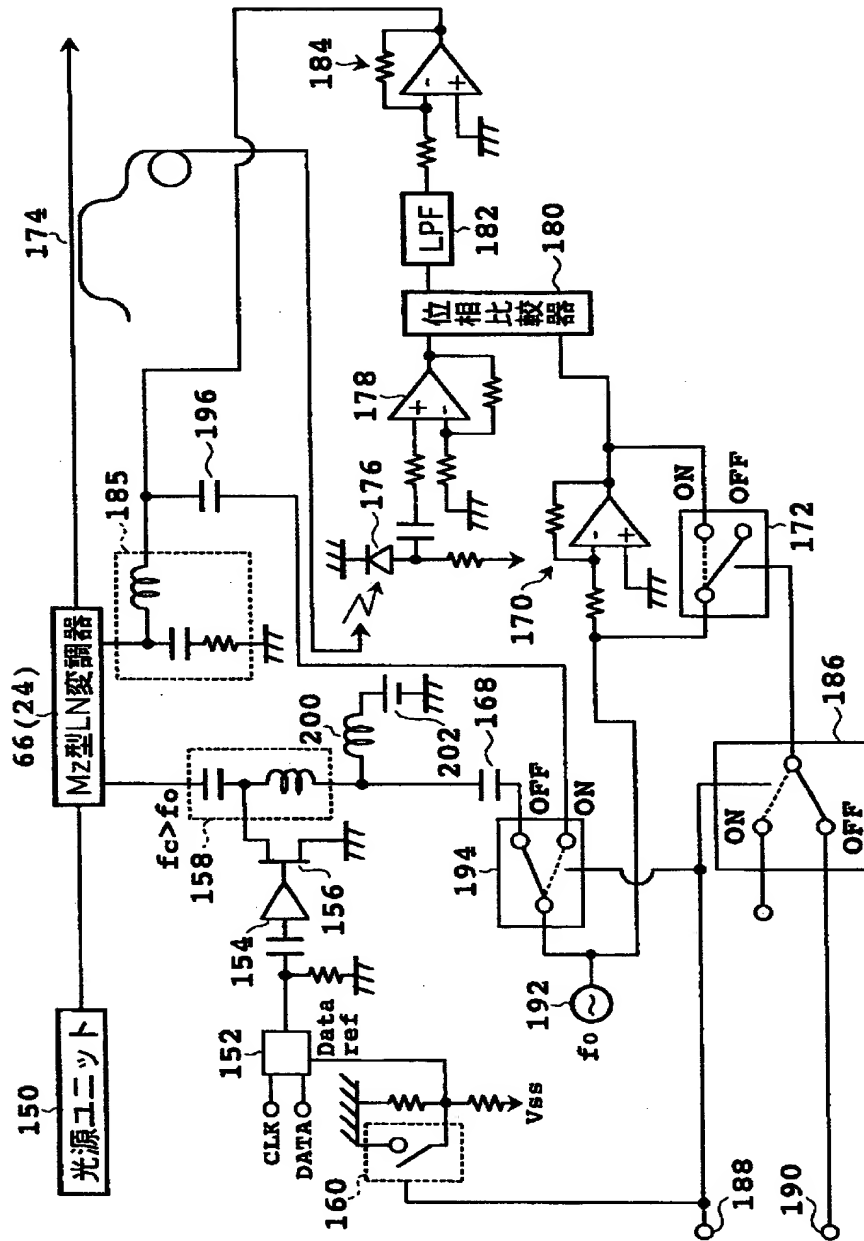
【图 2 3】

光送信機の第 1 実施形態を示すブロック図



【図 24】

光送信機の第 2 実施形態を示すブロック図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明はWDM（波長分割多重）に適用可能な光送信機、端局装置及びシステムに関し、WDMにおけるチャネル間クロストークの防止が主な課題である。

【解決手段】 光ビームを出力する光源 2 0 と、主信号に基づき光ビームを変調して光信号を出力する光変調器 2 4 と、電力供給のオン／オフに関する電源アラーム及び光ビームの波長に関する波長アラームの少なくともいずれか一方を受けたときに光信号を遮断する手段 4 6 とから構成する。

【選択図】 図 5

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000005223  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
【氏名又は名称】 富士通株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100075384  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂6-10-8 ディーアイケイビル  
3階松本国際特許事務所  
【氏名又は名称】 松本 昂

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社